

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Návrh a realizace výpočetního systému pro kapacitní
výpočty údržby vozidel**

**Design and Implementation of Computerized System for
Vehicle Maintenance Capacity Calculations**

Vypracoval:

Bc. Vojtěch Janoš

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jaromír Šíroký, Ph.D.

Ostrava 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Vojtěch Janoš**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 10 Kolejová doprava
Téma: **Návrh a realizace výpočetního systému pro kapacitní výpočty údržby vozidel**
Design and Implementation of Computerized System for Vehicle Maintenance Capacity Calculations
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Cílem práce je navrhnout uživatelsky přívětivé softwarové řešení kapacitních výpočtů při provozování a údržbě kolejových vozidel.

Postup řešení:

1. Charakteristiky údržbových systémů drážních vozidel.
2. Teoretické základy kapacitních výpočtů.
3. Návrh a realizace výpočetního systému v běžně používaném prostředí (Excel).
4. Validace výpočtového systému pro konkrétní podmínky.
5. Realizace popisu použití pro uživatele – manuál.
6. Provozně technické hodnocení realizace.

Seznam doporučené odborné literatury:

FAMFULÍK J., MÍKOVÁ J., KRZYŽÁNEK R.: Teorie údržby. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1509-1
LHOTSÝ O.: Organizace a normování práce v podniku. Praha: ASPI, 2005. ISBN 80-7357-095-5
Předpis ČD: V 25 - Předpis pro organizaci údržby elektrických a motorových hnacích vozidel, osobních, složených, přípojných a řídicích vozů.
ŠAJDLEROVÁ I.: Organizace a řízení. cvičení II. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-0962-1.
ŠKAPA P.: Provoz dep I. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2004. ISBN 80-248-0540-5

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaromír Šíroky, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Jaromírovi Šírokému Ph.D. za jeho odbornou výpomoc a užitečné rady při psaní této práce.

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ludgeřovicích

.....

podpis student

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst.3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o veřejných školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ludgeřovicích

.....

podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Vojtěch Janoš

Adresa trvalého pobytu:

Lípová 940/47

747 14 Ludgeřovice

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

JANOŠ, V. *Návrh a realizace výpočetního systému pro kapacitní výpočty údržby vozidel*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2017, 55 s. Diplomová práce, vedoucí: Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá návrhem výpočetního systému pro kapacitní výpočty údržby vozidel. Cílem je tedy vytvořit výpočetní systém, podle kterého zjistím počet údržbových zásahů za plánovací období a počet zaměstnanců k provádění údržby vozidel. Abych zjistil správnost výpočetního systému, provedl jsem validaci pomocí ověřovacích výpočtů. V diplomové práci se také zabývám charakteristikou údržbových systémů, normováním práce, spotřebou času a časovými fondy zaměstnanců.

Klíčová slova

výpočetní systém, údržba, údržbový zásah, počet zaměstnanců, časový fond

ANNOTATION OF MASTER THESIS

JANOŠ, V. *Design and Implementation of Computerized System for Vehicle Maintenance Capacity Calculations*. Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2017, 55 p. Master thesis, head: Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

Master thesis is dealing with design of computerized system for vehicle maintenance capacity calculations. The aim of the thesis is to create the computerized system to find out the number of maintenance interventions and the number of employees. Using verification calculations I found out the accuracy of computerized system. I am also dealing with characteristic of maintenances systems, standardization of work, consumption of time and time funds of employees.

Key words

computerized system, maintenance, maintenance interventions, number of employees, time fund

Obsah

Seznam použitých zkratk	8
1 Úvod	9
2 Charakteristiky údržbových systémů drážních vozidel	10
2.1 Základní typy údržbových systémů	11
2.1.1 Údržbový systém po poruše	11
2.1.2 Údržbový systém po prohlídce	12
2.1.3 Údržbový systém se zaručenou bezporuchovostí	13
2.2 Udržovací soustava ŽKV	14
3 Teoretické základy kapacitních výpočtů	19
3.1 Normování práce	19
3.2 Třídění spotřeby času	20
3.3 Časové fondy	23
3.3.1 Rozvržení pracovní doby	24
3.4 Výpočet počtu údržbových zásahů	25
3.4.1 Počet údržbových zásahů	25
3.4.2 Stanovení součinitelů cykličnosti	26
3.5 Výpočet počtu zaměstnanců k provádění údržby	27
4 Návrh a realizace výpočetního systému	30
4.1 Vstupní parametry	30
4.2 Výstupní hodnoty	34
5 Validace výpočtového systému	38
5.1 Výpočet počtu údržbových zásahů	38
5.2 Výpočet počtu zaměstnanců k provádění údržby	40
5.2.1 Určení pracovní doby a časových fondů	40
5.2.2 Výpočet počtu zaměstnanců	43
6 Realizace popisu použití pro uživatele	46

7 Provozně technické hodnocení.....	50
8 Závěr	51
9 Seznam zdrojů a použité literatury	52
Seznam obrázků a tabulek.....	53
Seznam příloh na CD.....	55

Seznam použitých zkratk

ČD	České dráhy, a.s
ČSN	Česká státní norma
DKV	Depo kolejových vozidel
DOP	České dráhy, státní organizace, Divize obchodně provozní
H	Hlavní oprava
HKV	Hnací drážní kolejové vozidlo
IOJ	Inspekční orgán jakosti
lokkm	Lokomotivní kilometry
M	Malá prohlídka
O	Provozní ošetření
PD	Pracovní doba
TNŽ	Technické normy železnic
V	Velká prohlídka
Vy	Vyvazovací oprava
ŽKV	Železniční drážní kolejové vozidlo

1 Úvod

V diplomové práci se zabývám výpočetním systémem pro kapacitní výpočty údržby vozidel. Kapacitní výpočty údržby vozidel se skládají z několika oblastí, ale já se zaměřím pouze na počet údržbových zásahů za plánovací období a počet zaměstnanců potřebných k provádění preventivních prohlídek.

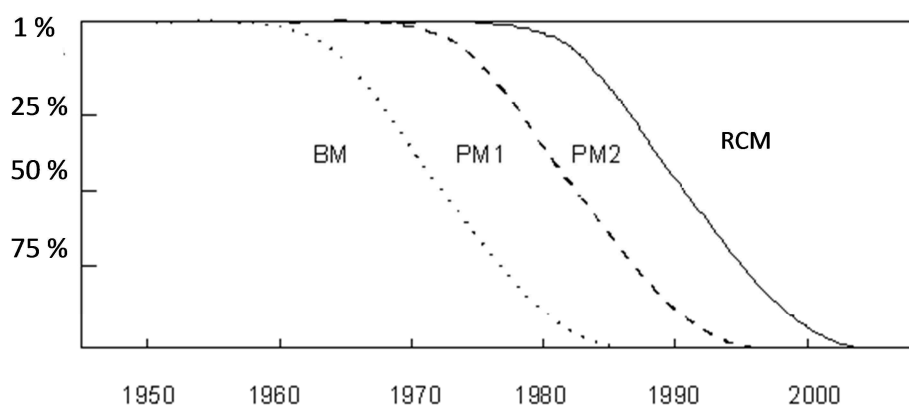
Údržba vozidel je v dnešní době základním pilířem pro každého dopravce, ať už se jedná o silniční, železniční nebo leteckou dopravu. Cílem údržby vozidel je zaručení spolehlivosti a bezpečnosti dopravy. Každé vozidlo je potřeba pravidelně udržovat, kontrolovat, doplňovat provozní hmoty a provádět výměny součástí, aby se předešlo poruše a tím se zabránilo vzniku nebezpečí.

V teoretické části se zabývám charakteristikou údržbových systémů, udržovací soustavou ŽKV a jednotlivými typy údržbových zásahů. Dále pro stanovení počtu zaměstnanců je potřeba znát délku pracovní doby, a proto se zaměřím i na normování práce, třídění spotřeby času a časové fondy zaměstnanců. V praktické části se zabývám tvorbou výpočetního systému, který vytvořím v programu MS Excel. Nakonec provedu ověřovací výpočty, abych potvrdil validitu systému, a vytvořím popis použití pro uživatele.

2 Charakteristiky údržbových systémů drážních vozidel

Cílem údržby je zaručení spolehlivosti a bezpečnosti drážních vozidel v provozních podmínkách. V rámci údržby se provádí kontrola stavu jednotlivých částí vozidla, a proto je základním principem údržby vozidel udržení nebo navrácení jednotlivých částí do stavu, ve kterém může plnit požadované funkce. Z hlediska vývoje můžeme rozdělit údržbové systémy do čtyř skupin [1]:

- **BM** – údržba po poruše (Break – down Maintenance)
- **PM1** – preventivní údržba (Preventive Maintenance)
- **PM2** – produktivní údržba (Productive Maintenance)
- **RCM** – údržba řízená bezporuchovostí (Reliability Centered Maintenance)



Obr. 1: Schéma vzniku a předpoklad zavádění systémů údržby [1]

Údržba po poruše je údržba, která se provádí po zjištění poruchy a je zaměřená na navrácení jednotlivé části do stavu, ve kterém bude plnit požadovanou funkci.

Preventivní údržba je údržba, která se provádí v určitých intervalech a je zaměřená na snížení nebo zabránění vzniku poruch.

Produktivní údržba je údržba, která je zaměřena na zvyšování spolehlivosti zařízení, výkonnosti údržbářských útvarů s lepším využitím času, použitím nových technologických postupů a výkony jednotlivých zaměstnanců.

Údržba řízená bezporuchovostí je metoda pro zavedení programu preventivní údržby, která umožní účelně a účinně dosáhnout požadované úrovně bezpečnosti a pohotovosti zařízení a konstrukcí, a která je určena k tomu, aby vedla ke zlepšení celkové bezpečnosti, pohotovosti a hospodárnosti provozu [1].

2.1 Základní typy údržbových systémů

Údržbové systémy můžeme rozdělit z hlediska údržby jednotlivých částí vozidla na [1]:

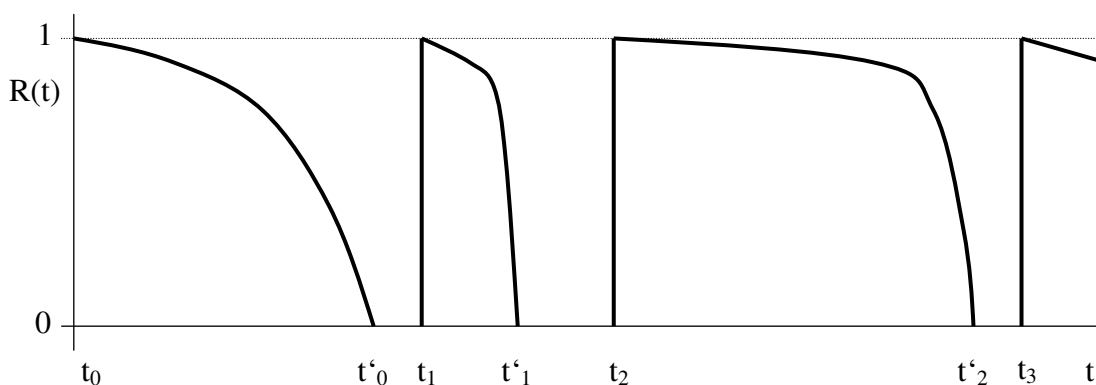
Individuální údržba probíhá v době, kdy to je z hlediska spolehlivosti nejvýhodnější. Dosáhne se maximálního využití inherentní spolehlivosti a efektivnosti. Tento systém se používá pro velmi drahé a obtížně dostupné prvky. Nevýhodou je, že při poruše více prvků se zvyšuje doba prostoje vozidla.

Skupinová údržba probíhá na více prvcích současně. Dochází k seskupení práce a tím se sníží doba prostoje a zároveň klesá i pracnost přípravy k provedení údržby. Na základě analýzy se vypracovává souhrnný přehled prací v každé skupině. Tento systém je vhodný v případě hodnocení opotřebení prvků použitím vizuální prohlídky.

Komplexní údržba se provádí na všech prvcích současně. Tento systém minimalizuje prostoj v údržbě a je vhodný pro rozsáhlé výrobní technologie.

2.1.1 Údržbový systém po poruše

Jedná se o nejstarší údržbový systém. Údržba se provádí až po výskytu poruchy prvku, a proto se tedy nejedná o preventivní údržbu. Tato údržba se někdy nazývá jako nápravová, protože odstraňuje důsledky opotřebení a nepředchází jim. Porucha nastává neočekávaně, jelikož doba do poruchy je náhodná veličina. Při vzniku poruchy prvku nesmí dojít k ohrožení bezpečnosti, životního prostředí a k poškození dalších prvků. Tento systém se používá u prvků, u kterých je náročné zjistit velikost opotřebení. Údržbový systém po poruše je graficky znázorněn na obrázku obr. 2 [1].



Obr. 2: Údržbový systém po poruše [1]

kde:

$R(t)$ pravděpodobnost bezporuchového stavu

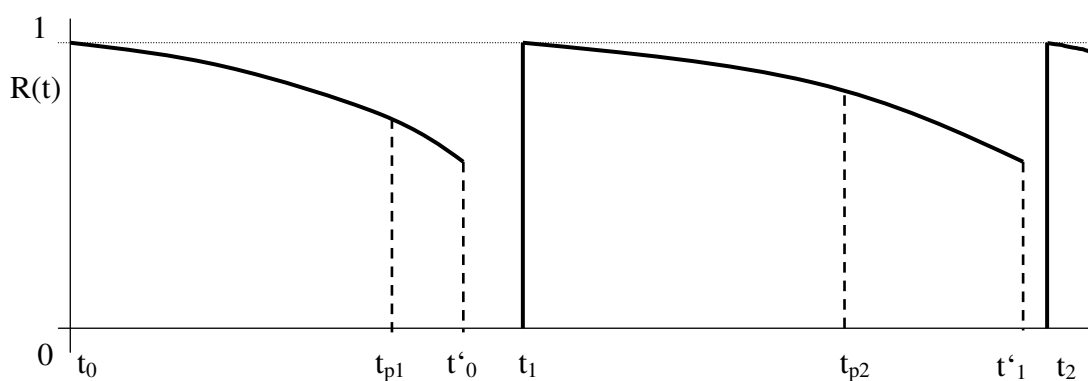
t'_0, t'_1, t'_2 doba vzniku poruchy

t_1, t_2, t_3 doba ukončení opravy

$t'_0 - t'_1$ doba údržby

2.1.2 Údržbový systém po prohlídce

Jedná se o systém, který využívá pravidelných prohlídek často spojených s diagnostickým testem ke zjištění technického stavu objektu. Po získání informací o technickém stavu objektu je sestaven plán údržby a stanovuje se doba provozu, rozsah a doba údržby. Po určité době se provádí údržba a odstranění dodatečně zjištěných závad. Tento systém je pružný a umožňuje reagovat na změnu provozních podmínek [1].



Obr. 3: Údržbový systém po prohlídce [1]

kde:

$R(t)$ pravděpodobnost bezporuchového provozu

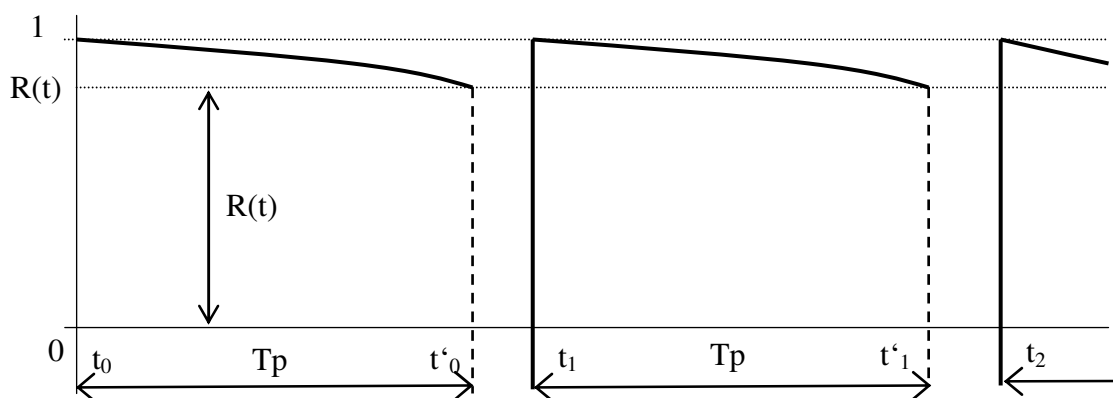
t_0, t'_0 doba provozu

t_{p1} doba provedení prohlídky

t'_0, t_1 doba údržby

2.1.3 Údržbový systém se zaručenou bezporuchovostí

Jedná se o preventivní systém, kdy údržba prvků probíhá v určitých intervalech. Údržba se provádí podle pevně stanovených technologických postupů. Prvek je v určitém intervalu nahrazen novým prvkem nebo dochází k důkladné kontrole s využitím nedestruktivních metod (defektoskopie). Prvek může být tedy nahrazen novým prvkem, i přesto, že nevykazuje žádné známky poruchy. Tento systém poskytuje velmi vysokou bezporuchovost prvků nebo objektů, ale vyžaduje dobrou znalost parametrů spolehlivosti, technologických postupů a norem spotřeby práce a materiálů [1].



Obr. 4: Údržbový systém se zaručenou bezporuchovostí [1]

kde:

$R(t)$ pravděpodobnost bezporuchového provozu

t_0, t'_0 interval preventivní údržby T_p

t'_0, t_1 doba preventivní údržby

2.2 Udržovací soustava ŽKV

Údržbou dráhových vozidel se rozumí zajištění bezpečnosti a spolehlivosti v jejich provozu. Údržbový systém určuje výrobce nebo provozovatel drážní dopravy. Podle ČD můžeme údržbu vozidel rozdělit na plánovanou a neplánovanou. U plánované údržby jde o provozní ošetření, periodické prohlídky, periodické opravy a plánované opravy. U neplánované údržby se jedná o neplánované opravy a rekonstrukce. Údržbové zásahy se u ŽKV provádějí na základě ujetých kilometrů, technického stavu vozidel a časové lhůty [2].

Tabulka 1: Označení a pojmenování prohlídek a oprav [2]

Název	Označení				
	Elektrická HKV		Motorová HKV		Vozy osobní, přípojně a řídicí
	lokomotivy	jednotky a vozy	lokomotivy	jednotky a vozy	
Provozní ošetření	O	O	O	O	O
Periodické prohlídky					
malá	M	M	M	M	M
velká	V	V	V	V	V
Periodické opravy					
vyvazovací	VY	VY	VY	VY	VY
hlavní	H	H	H	H	H
generální	-	G	-	G	G
Plánované opravy	P	P	P	P	P
Neplánované opravy	N	N	N	N	N
Neplánované služební opravy	SO	SO	SO	SO	SO
Změny schváleného stavu	ZS	ZS	ZS	ZS	ZS

Provozní ošetření a periodické prohlídky vykonávají buď správčárny DKV nebo jsou prováděny dodavatelsky podle předpisů ČD na základě technického stavu ŽKV a určených rozsahů bezpečnostních prohlídek. Provozní ošetření může vykonávat i lokomotivní četa, ale pouze za předpokladu, že podmínky pro vykonávání provozního ošetření správčárnou nejsou vhodné a ošetření bylo odsouhlaseno Odborem kolejových vozidel DOP. Konkrétní podmínky určuje vrchní přednosta DKV [2].

Periodické opravy vykonávají opravny podle rozsahu práce, technického stavu ŽKV a podle daných technologických postupů. Pod pojmem opravna se rozumí všeobecně

organizační složka ČD nebo mimodrážní organizace, která provádí potřebné údržbářské zásahy a to i v případě, že oprava nespadá pod správu ČD [2].

Plánované opravy se vykonávají buď společně s provozním ošetřením, periodickou prohlídkou a periodickou opravou nebo samostatně. Tyto opravy provádí DKV nebo opravna. Plánované opravy se plánují dopředu, ale nevztahují se na normy ujetých km, jak je tomu u periodických oprav. Jedná se například o opravy jízdního obrysu dvojkolí [2].

Neplánované opravy nemají žádné pravidelné intervaly, protože jde pouze o opravy po poruše a o rekonstrukce. Pokud je oprava prováděná obsluhou ŽKV během služby, jedná se o neplánovanou služební opravu [2].

Změny schváleného stavu lze chápat jako zásahy do technického stavu vozidla, kdy dochází ke změně v technické dokumentaci. Změny se provádějí zaváděcím příkazem, který vydává Odbor kolejových vozidel DOP. V případě změn typu provozních hmot se nejedná o změnu schváleného stavu vozidla, ale provádí se pouze po schválení Odborem kolejových vozidel DOP [2].

Důležitou částí provozního ošetření, periodické prohlídky a periodické opravy je prohlídka těch částí HKV, které mají vliv na bezpečnost provozu a ekologii. V tabulce č. 2 jsou uvedeny vybrané části náplně provozního ošetření a periodické prohlídky.

Tabulka 2: Náplň bezpečnostní prohlídky vybraných částí [2]

Náplň bezpečnostní prohlídky		
Rozsah prohlídky	Rozsah údržbářského zásahu	
	Provozní ošetření	Periodická prohlídka
Vizuální kontrola upevnění kola na nápravě	P	P
Vizuální kontrola prvků vypružení	P	P
Kontrola výšky nárazníků	N	P
Kontrola výšky pluhu nad temenem kolejnice	N	P
Kontrola stavu spřáhlového a narážecího ústr.	P	P
Kontrola seřízení světlometů	N	P
Kontrola funkce stíračů oken	N	P
Kontrola těsnosti brzdového zařízení	N	P
Kontrola opotřebení brzdových špalíků	P	P
Kontrola funkce mazání okolků	N	P
Kontrola signalizace otevření nástupních dveří	P	P

Organizace, které vykonávají údržbu ŽKV pro ČD, musí pro tyto práce vlastnit certifikát, který je vydán certifikačním střediskem Odboru techniky DOP podle zvláštních směrnic. Tyto směrnice stanovují označení údržbových zásahů a závazné normy kilometrických proběhů mezi provozními ošetřeními a periodickými prohlídkami. Stanovuje také doporučení pro určení kilometrických proběhů do velkých periodických prohlídek a do periodických oprav. Kilometrické normy proběhů ŽKV jsou znázorněny v příloze č. 1 [2].

Celkový proběh HKV se pro účely údržby sleduje v lokomotivních kilometrech [lokkm]. U HKV, které jsou zařazeny do traťové služby, jsou lokkm rovny skutečně ujetým kilometrům. U HKV, které jsou zařazeny na posun, se přepočítává doba provozu HKV na ujeté kilometry [2]:

$$1 \text{ hodina posunu} = 10 \text{ lokkm} \quad (2.1)$$

Celkový proběh se u osobních, přípojných a řídicích vozů rovná skutečně ujetým kilometrům [2].

Celkový proběh vložených a řídicích vozů ucelených dopravních jednotek se považuje za totožný s celkovým proběhem těch elektrických nebo motorových vozů, se kterými jsou tyto vozy spojeny do ucelené dopravní jednotky.

Pokud je HKV zařazeno částí výkonu v traťové službě a částí výkonu na posun, zjišťují se ujeté lokkm pro potřebu údržby součtem skutečně ujetých kilometrů v traťové službě a přepočtem podle 2.1 na posunu [2].

Za technický stav ŽKV odpovídá DKV, které stanovuje konkrétní kilometrický proběh do provozního ošetření nebo do malé periodické prohlídky ve stanoveném rozmezí. Pokud je to nutné, má vrchní přednosta DKV právo stanovit pro dané ŽKV nebo skupinu ŽKV nižší kilometrický proběh nebo časovou lhůtu do provozního ošetření nebo do malé periodické prohlídky, než je stanoveno v normě kilometrických proběhů. Musí ale brát ohled na hledisko hospodárnosti [2].

Při rozhodování o přístavbě ŽKV do periodických oprav je vždy nutno vycházet ze skutečného technického stavu ŽKV a z předpokládaného technického stavu, který bude mít ŽKV v uvažované době přístavby. Na základě toho se DKV rozhodne, jestli bude ŽKV požadovat přistavit do periodické opravy příslušného stupně nebo jestli bude požadováno provedení periodické opravy nižšího stupně (např. VY namísto H) nebo pokud bude místo periodické opravy provedena velká periodická prohlídka a o kilometrický proběh nebo časovou lhůtu do velké periodické prohlídky bude periodická oprava odložena. Tento postup je možné kombinovat podle skutečného technického stavu ŽKV [2].

Technologie údržby

Technologie údržby při provozních ošetřeních, periodických prohlídkách, periodických opravách, plánovaných a neplánovaných opravách ŽKV je určena [2]:

- opatřeními a rozkazy DOP
- technologickými postupy, které schvaluje opravna, DKV, výrobce nebo DOP Odbor kolejových vozidel
- udržovacími předpisy výrobce, odsouhlasenými Odborem kolejových vozidel DOP
- normami ČSN a TNŽ

Organizace údržby

Základem organizace údržby ŽKV je vytvořit co nejekonomičtější využití vozidel v provozu a zajistit bezpečnost dopravy, spolehlivost ŽKV, kulturu cestování a ekologické požadavky podle současné úrovně poznání vědy a techniky. Pro zefektivnění údržby a provozu ŽKV se využívá vzájemná vyměnitelnost celků a dílů. Používají se odstupňované opravárenské rozměry, které musí zajistit možnost montáže vzájemně spolupracujících celků, např. čep – ložisko. Opravárenské rozměry jsou stanoveny dle normativů, které jsou uvedeny v technologii údržby [2].

Plánování údržby

Orientační počet provozních ošetření, periodických prohlídek, periodických a plánovaných oprav se vypočte z plánovaného kilometrického proběhu dané skupiny ŽKV v plánovacím období, přičemž se přihlíží k ostatním ustanovením tohoto předpisu. Roční

požadavky na periodické opravy zpracovávají domovská DKV. Tyto požadavky předají DKV na Odbor kolejových vozidel DOP v termínech stanovených tímto odborem. Pokud DKV požaduje zprovoznění dlouhodobě odstaveného vozidla, které je pro provoz nezbytné, předloží současně i tyto požadavky. Odbor kolejových vozidel DOP na základě došlých požadavků z DKV vyzve dopravce, kteří mají pro provádění požadovaných oprav certifikaci, k podání nabídky na provedení oprav pro následující rok, pokud není rozhodnuto vrchním ředitelem DOP jinak [2]

Na základě výsledků posouzení došlých nabídek určí Odbor kolejových vozidel DOP jednotlivé opravy pro provádění oprav ŽKV v následujícím roce. S těmito opravami sjedná Odbor kolejových vozidel DOP rámcový roční plán oprav a uzavře s mimodrážní organizací smlouvu o dílo na provádění oprav, s organizační složkou ČD pak vnitropodnikovou dohodu o provádění oprav (dále jen „smlouva“). Tato smlouva bude doplňována čtvrtletními dodatky, které budou obsahovat konkrétní ŽKV, rozsah oprav a konkrétní místa a termíny přístavby a ukončení oprav. S těmito dokumenty seznámí Odbor kolejových vozidel DOP tak DKV, kterých se předmět smlouvy týká a dále IOJ a jeho nadřízenou organizační složku [2].

3 Teoretické základy kapacitních výpočtů

Kapacita představuje maximální množství výkonů, které může kapacitní jednotka za daných podmínek v určitém časovém období podat. Vyjadřuje se v jednotkách časových, hmotných nebo peněžních podle toho o jaké typy výkonů se jedná [5].

Kapacitní výpočty slouží k posouzení stávajících technologických prostředků potřebných k zabezpečení provozních výkonů nebo k návrhu nových. Kapacitní výpočty nám udávají, jestli je vhodné provádět některé činnosti vlastními prostředky nebo tyto činnosti zajistit u externích dodavatelů. Slouží také k sestavení přehledu spotřeby energií, vody, paliva, počtu zaměstnanců apod. Kapacitní výpočty se rozdělují na [3]:

- **výpočet počtu odstavných stání** – doba stání, délka stání a počet stání
- **výpočet zbrojení pohonnými hmotami** – spotřeba, kapacita uložení a počet stání
- **výpočet počtu údržbových pracovišť** – kapacita pracovišť, počet pracovníků

V této práci se zaměřím především na výpočty počtu údržbových zásahů a potřebný počet pracovníků k provádění údržby vozidel. Pro určení počtu pracovníků musím znát i kapacitní normy, a proto se budu zabývat i normováním práce a časovými fondy.

3.1 Normování práce

Hlavní cíl organizace a normování práce je zajistit dosažení optimální výkonnosti a účelného využívání lidských zdrojů ve výrobním procesu, v rámci širší problematiky využívání všech druhů zdrojů, které jsou potřebné k úspěšnému chodu podniku. Splnění hlavního cíle organizace a normování práce se zabezpečuje [4]:

- zlepšováním a zkoumáním náplně sledu pracovních činností
- navrhováním nejvýhodnějších technických a organizačních podmínek pro jejich provádění

- stanovením nejnižší možné spotřeby času ve formě normy, která zabezpečuje účelné využití pracovní síly, dosažení přiměřených nákladů, ale i požadované kvality produktu, přiměřenou námahu a bezpečnou práci

Při organizaci a normování práce je nutné vycházet ze znalostí předepsaných materiálů, technických zařízení, technologických a pracovních postupů a pracovních podmínek. Poznatky těchto činností dávají zpětné náměty a návrhy, kterými se tato činnost podílí na zdokonalování celého výrobního procesu a zvyšování jeho ekonomické účinnosti. Patří zde především náměty a návrhy změn nástrojů, pomůcek, zdokonalení konstrukce strojů a zařízení, náhrada rutinních ručních prací mechanizací, automatizací a robotizací, dále zlepšení pracovních podmínek, bezpečnosti a hygieny práce [4].

Obsah organizace a normování práce se rozděluje na dvě neoddělitelné části. První část je účast na vytváření účelného pracovního postupu, který je podkladem pro stanovení nutné spotřeby času pro vykonání dané práce. Jedná se o rozbor organizace a způsobů vykonávání práce a jejich zdokonalování. Tato činnost se nazývá studium práce, racionalizace práce nebo uspořádání práce. Druhou částí je normování práce, která navazuje na předchozí studia práce a pro realizované racionální technické a organizační podmínky určuje nutnou spotřebu času potřebnou k vykonání určité pracovní činnosti [4].

Výsledky všech činností, které se provádí v rámci studia práce, jsou základem pro návrhy opatření, jejich uskutečnění povede ke zlepšení dosavadní úrovně nebo k zavedení nových postupů organizace práce [4].

3.2 Třídění spotřeby času

Všechny činnosti i nečinnosti ve výrobním a organizačním procesu se spojují se spotřebou času. Podle dějů a činností se rozlišují rozdílné druhy spotřeby času, které se třídí do skupin a kategorií. Označování a třídění spotřeby času zjednodušuje zpracování časových hodnot a využívá jejich uspořádání, porovnávání a analyzování. Soustavy třídění spotřeby času jsou doporučenou pomůckou a nelze je hodnotit jako striktní předpis. Vychází z celostátní metodiky vypracované pro podnikovou praxi v 80. letech [4].

Spotřebovaný čas se rozlišuje podle zaměření na pracovníka nebo zařízení. Jsou tři základní soustavy třídění času [4]:

Nutný (normovatelný) čas – pro účelný, účinný a hospodárný průběh technologických a pracovních procesů a činností nezbytných k plnění pracovních úkolů. Je základem pro stanovení norem spotřeby času a skládá se z času nutné práce, nutných přestávek a činností, nutného pohybu při práci a nutného klidu.

Zbytečný čas – časy zjištěné v průběhu produkčního času, které jsou nepotřebné a zbytečné pro účelný průběh technologických a pracovních procesů. Tento termín se používá při studiu, rozborech a projektování. Odstraňování zbytečných časů vede ke zlepšení organizace práce a zvýšení produktivity.

Skutečný čas – je čas zjištěný pozorováním a měřením délky trvání určité činnosti a přestávky pracovníka nebo zařízení. Patří zde i normativní čas, který předepisuje norma nebo normativ času na trvání určité činnosti.

Dále se spotřeba času dělí na tyto časy [4]:

Čas práce – jsou označení všech druhů spotřeby času, který souvisí s vykonáváním fyzických a duševních činností, potřebných ke splnění pracovního úkolu a určité operace nebo činnosti.

Čas obecně nucených přestávek – je označení pro nutná přerušení práce, vyplývají z přirozených vlastností a potřeb člověka, ke kterým dochází u všech pracovníků při určitém trvání pracovní doby. Patří zde [4]:

- **čas přestávky na zvláštní oddech** – je určen k obnově energie při zvlášť namáhavých pracích nebo při pracích, kde působí nežádoucí vliv pracovního prostředí, např. hluk, vysoké teploty.
- **čas přestávky na přirozené potřeby** – je doba nutná na přirozené potřeby člověka a čas na osobní hygienu.
- **čas přestávky na jídlo** – je doba určena na občerstvení jídlem a doplnění energie. Slouží také k omezení negativního působení ztížených podmínek práce a pracovního prostředí.

Přestávky na jídlo, přirozené potřeby a oddech jsou upraveny zákoníkem práce.

Čas podmíněně nutných přestávek – je dobou opakujících se nezbytných nečinností pracovníků, které jsou podmíněny úrovní používané techniky, technologie a organizace práce. Tyto přestávky nelze zaměňovat za prostoje nebo technologické ztráty. Patří zde například čekání na dokončení operace při automatickém chodu nebo při vzájemně vázané práci, kdy jeden pracovník musí čekat, dokud jiný nedokončí svůj úkol.

Jednotkový čas – je doba trvání nutné práce i přestávek, které se vztahují na jednotku produkce, výkonu a zpracovaného množství. Patří zde časy pravidelně se opakujících technologických a pracovních operací.

Dávkový čas – je doba trvání nutné práce i přestávek, které se vztahují na zpracování celé dávky produkce (série, partie). Patří zde [4]:

- **časy dávkové práce** – jsou časy potřebné k přípravě a zakončení operací při zpracování jedné dávky, například čas převzetí pracovního výkazu, dokumentace, převzetí potřebného náradí nebo úklid pracoviště.
- **čas dávkových podmíněně nutných přestávek** – například čas na čekání pracovníka na přivolaný jeřáb od doby jeho přivolání do příjezdu na pracoviště.

Směnový čas – je doba trvání nutné práce a přestávek, které se vztahují na stanovenou pracovní dobu. Směnový čas zahrnuje [4]:

- **čas směnové práce** – čas na přípravu a úklid pracoviště nebo předání pracoviště na začátku a konci směny
- **čas směnových obecně nutných přestávek** – čas na oddech a jídlo nebo čas na přirozené potřeby
- **čas směnových obecně podmíněných přestávek** – čas na čekání zaběhnutí strojů při jednosměnném provozu

Osobní ztráty času – jsou ztráty z viny pracovníka, například pozdní příchod nebo včasný odchod z pracoviště.

Technologickoorganizační ztráty – jsou ztráty, které nezpůsobil pracovník, a které vznikly nedostatečným technickým a organizačním zajištěním pracoviště, například čekání na odstranění poruch nebo čekání na materiál.

Ztráty času vyšší moci – je neočekávané přerušení pracovního procesu, které nastalo vlivem přírodních sil, například přerušení dodávky energie.

3.3 Časové fondy

Fond výrobního času udává čas, který může dané zařízení (pracovníci) odpracovat v určitém pracovním období, zpravidla za rok. Časové fondy jsou následující [5]:

Kalendářní časový fond – je celkový počet dnů v roce.

Nominální časový fond – je počet pracovních dnů v roce, resp. od kalendářního časového fondu odečteme počet sobot, nedělí a svátků.

Efektivní časový fond – je nominální časový fond očištěný o doby, kdy pracovník nepracuje z důvodů pracovní neschopnosti, dovolené, překážek v práci u pracovníka, údržby, revize, opravy zařízení apod.

$$F_N = F_K - A - B = 365 - A - B \quad [\text{dnů/rok}] \quad (3.1)$$

$$F_Z = (F_N - C - D) \cdot h \quad [\text{hod/rok}] \quad (3.2)$$

kde:

- F_N nominální časový fond [dny/rok]
- F_K kalendářní časový fond [dny/rok]
- F_Z efektivní časový fond pracovníka [hod/rok]
- A počet sobot a nedělí v roce [dny/rok]
- B placené svátky v roce [dny/rok]
- C průměrný počet dnů placené dovolené [dny/rok]
- D průměrný počet dnů pracovní neschopnosti a překážek v práci [dny/rok]
- h počet hodin za směnu [hod]

Pro zjištění efektivního časového fondu nebudu vycházet přímo ze vzorce 3.2, protože parametry C a D zahrnu jako koeficient absence k_A a tímto koeficientem vynásobím vzorec pro zjištění počtu pracovníků, který je uveden v následující kapitole.

3.3.1 Rozvržení pracovní doby

Rovnoměrně rozvržená PD – pracovní doba bez práce přesčas je ve všech kalendářních dnech stejně dlouhá. Při rovnoměrném rozvržení pracovní doby na jednotlivé týdny nesmí délka směny přesáhnout 9 hodin; je-li mezi zaměstnancem a zaměstnavatelem dohodnuta jiná úprava pracovní doby, nesmí délka směny přesáhnout 12 hodin [5][8].

Nerovnoměrně rozvržená PD - průměrná týdenní pracovní doba bez práce přesčas nesmí při nerovnoměrném rozvržení pracovní doby na jednotlivé týdny v rozvrhu směn přesáhnout stanovenou týdenní pracovní dobu za období, které může činit nejvýše 26 týdnů po sobě jdoucích. Jen kolektivní smlouva může vymezit toto období nejvýše na 52 týdnů po sobě jdoucích. Při nerovnoměrném rozvržení pracovní doby nesmí délka směny přesáhnout 12 hodin [8].

Nepřetržitý pracovní režim – je režim práce, v němž se zaměstnanci vzájemně pravidelně střídají ve směnách v nepřetržitém provozu zaměstnavatele v rámci 24 hodin po sobě jdoucích. Nepřetržitý provoz je provoz, který vyžaduje výkon práce 24 hodin denně po 7 dnů v týdnu [8].

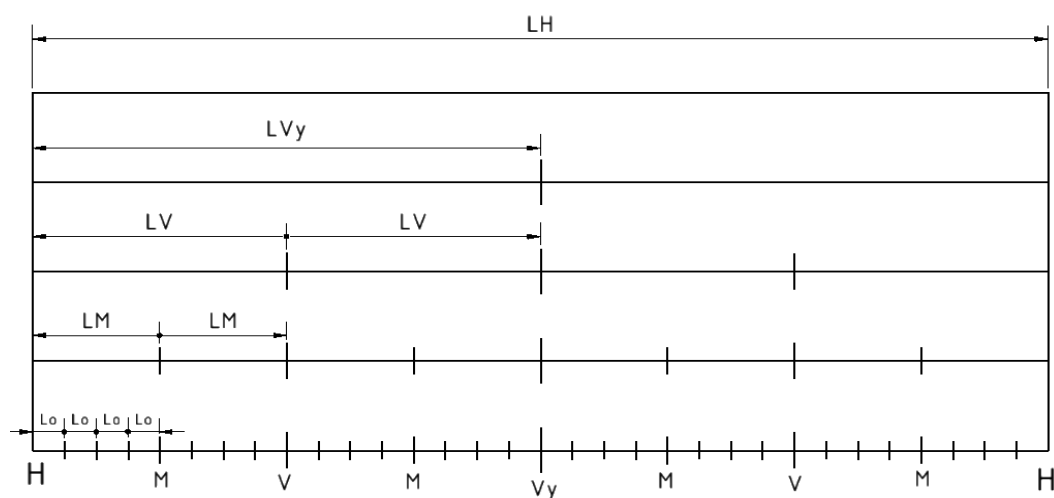
Přetržitý pracovní režim – pokud nejsou splněny obě podmínky viz. nepřetržitý provoz. Pracovní doba je nejvýše 40 hodin týdně [5].

Pracovní režim	Délka pracovní doby
	[hod/týden]
Jednosměnný pracovní režim	40
Dvousměnný pracovní režim	38,75
Třisměnný a nepřetržitý pracovní režim	37,5

Obr. 5: Délka týdenní pracovní doby [8]

3.4 Výpočet počtu údržbových zásahů

Počet údržbových zásahů zjišťují pomocí výpočtových vzorců a na základě výsledků stanovují potřebný počet zaměstnanců. Při výpočtech vycházím z ujetých kilometrů a z vnitřních opatření dopravní organizace, která vychází z předpisů. Jak je patrné z tabulky č. 1, tak při výpočtech stanovují počet údržbových zásahů, respektive prohlídek a oprav. Jednoduché schéma plánované údržby podle ujetých kilometrů je znázorněno na obrázku obr. 6. Jedná se o příkladové schéma, které slouží pouze k představě, jak jsou jednotlivé prohlídky a opravy sestavovány [3].



Obr. 6: Obecné schéma plánované údržby podle kilometrického proběhu [3]

3.4.1 Počet údržbových zásahů

Nejdříve musím vypočítat počet údržbových zásahů podle kilometrického proběhu mezi dvěma hlavními opravami. Výpočtové vzorce jsou následující [3]:

$$N_H = \frac{L_H}{L_H} \quad [1] \quad (3.3)$$

$$N_{Vy} = \frac{L_H}{L_{Vy}} - N_H \quad [1] \quad (3.4)$$

$$N_V = \frac{L_H}{L_V} - (N_H + N_{Vy}) \quad [1] \quad (3.5)$$

$$N_M = \frac{L_H}{L_M} - (N_H + N_{Vy} + N_V) \quad [1] \quad (3.6)$$

$$N_O = \frac{L_M}{L_O} - 1 \quad [1] \quad (3.7)$$

Pro zjištění celkového počtu periodických prohlídek a oprav mezi dvěma hlavními opravami musím sečíst jednotlivé složky, ale nezahrnuji zde počet provozních ošetření, protože ty se vztahují na kilometrický proběh mezi malými prohlídkami. Celkový počet údržbových zásahů je důležitý pro výpočet součinitelů cykličnosti. Vzorec je tedy [3]:

$$N_C = N_H + N_{Vy} + N_V + N_M \quad [1] \quad (3.8)$$

3.4.2 Stanovení součinitelů cykličnosti

Součinitelé cykličnosti se vypočítají tak, že počet údržbových zásahů pro daný typ zásahu podělím celkovým počtem zásahů, s výjimkou provozního ošetření [3]:

$$\beta_H = \frac{N_H}{N_C} \quad [1] \quad (3.9)$$

$$\beta_{vy} = \frac{N_{vy}}{N_C} \quad [1] \quad (3.10)$$

$$\beta_V = \frac{N_V}{N_C} \quad [1] \quad (3.11)$$

$$\beta_M = \frac{N_M}{N_C} \quad [1] \quad (3.12)$$

$$\gamma_O = \frac{N_O}{N_O+1} \quad [1] \quad (3.13)$$

Pro určení ročních počtů údržbových zásahů daného údržbového systému v závislosti na ročním kilometrickém proběhu hnacích vozidel musím stanovit výpočet pro roční kilometrický proběh a následně můžu uvést výpočty pro počet ročních údržbových zásahů [3].

$$L_R = \sum D_{SB} \cdot 365 + L_N \quad [\text{km}] \quad (3.14)$$

Roční počet údržbových zásahů vypočítám podle následujících vzorců [3]:

$$N_{HR} = \frac{L_R}{L_M} \cdot \beta_H \quad [1] \quad (3.15)$$

$$N_{VyR} = \frac{L_R}{L_M} \cdot \beta_{Vy} \quad [1] \quad (3.16)$$

$$N_{VR} = \frac{L_R}{L_M} \cdot \beta_V \quad [1] \quad (3.17)$$

$$N_{MR} = \frac{L_R}{L_M} \cdot \beta_M \quad [1] \quad (3.18)$$

$$N_{OR} = \frac{L_R}{L_O} \cdot \gamma_O \quad [1] \quad (3.19)$$

kde:

L_H	kilometrický proběh do hlavní periodické opravy [km]
L_{vy}	kilometrický proběh do vyvazovací periodické opravy [km]
L_V	kilometrický proběh do velké periodické prohlídky [km]
L_M	kilometrický proběh do malé periodické prohlídky [km]
L_O	kilometrický proběh do provozního ošetření [km]
L_R	roční kilometrický proběh [km]
L_N	neplánované kilometrické proběhy [km]
D_{SB}	denní střední kilometrický proběh [km]
N_C	celkový počet periodických prohlídek a oprav v daném udržovacím systému [1]
N_i	počet oprav a prohlídek v daném udržovacím systému [1]
N_{iR}	roční počet údržbových zásahů v daném udržovacím systému [1]
β_i	koeficient počtu periodických oprav nebo prohlídek v udržovacím systému [1]
γ_O	koeficient cykličnosti provozního ošetření [1]

3.5 Výpočet počtu zaměstnanců k provádění údržby

Podklady pro výpočty počtu zaměstnanců k provádění údržby jsou [3]:

- plánované počty ve stanovené nebo určené době
- stanovená pracnost plánovaného údržbového zásahu

- ztrátové časy (čekání na přistavení vozidla, příprava pracoviště)
- časové fondy zaměstnanců (stanoveny podle zákoníků práce)

Jak jsem již zmínil, tak pro výpočet počtu zaměstnanců k provádění údržby je nutné stanovit pracnost. **Pracnost** je čas potřebný na výrobu jedince výkonu na určitém výrobním zařízení (určitým pracovníkem nebo na dané ploše). Uvádí se v normominutách nebo normohodinách. Jedná se o spotřebu práce na provedení práce [5].

Celková pracnost se skládá z pracností pro preventivní údržbu, neplánovanou údržbu (údržba po poruše) a nařízenou údržbu. Celkovou pracnost tedy vypočítám podle následujícího vzorce:

$$P_C = P_{PR} + P_{NÚ} + P_{NarÚ} \quad [N_{hod}] \quad (3.20)$$

$$P_{NÚ} = P_{PR} \cdot k_N \quad [N_{hod}] \quad (3.21)$$

kde:

P_C celková pracnost [Nhod]

P_{PR} pracnost preventivní údržby [Nhod]

$P_{NÚ}$ pracnost neplánované údržby (po poruše) [Nhod]

$P_{NarÚ}$ pracnost nařízené údržby [Nhod]

k_N koeficient pracnosti údržby po poruše (koeficient neplánu) [Nhod]

Pro stanovení počtu zaměstnanců potřebuji tedy znát pracnost, časový fond zaměstnanců a jak jsem již zmínil v kapitole 3.3, tak koeficient absence. **Koeficient absence** zahrnuje dovolenou, pracovní neschopnost, překážky v práci a paragrafy. Tento parametr určuje zaměstnavatel, například z předešlého období. Počet zaměstnanců vypočítám jako [3]:

$$N_Z = \frac{P_C}{F_Z} \cdot k_A \quad [1] \quad (3.22)$$

kde:

F_Z časový fond zaměstnance [hod]

N_Z počet zaměstnanců k provádění údržby [1]

P_C celková pracnost [Nhod]

k_A koeficient absence [1]

Celkový počet zaměstnanců je tedy součet zaměstnanců k provádění údržby a počet zaměstnanců pro objednané práce. Vzorec pro celkový počet zaměstnanců je:

$$N_{CZ} = N_Z + N_{Z_{OP}} \quad [1] \quad (3.23)$$

kde:

N_{CZ} celkový počet zaměstnanců [1]

$N_{Z_{OP}}$ počet zaměstnanců pro objednané práce [1]

4 Návrh a realizace výpočetního systému

Jak jsem již zmínil v předchozí kapitole, tak se budu zabývat výpočty pro počet údržbových zásahů a potřebný počet zaměstnanců k provádění údržby vozidel. Na základě kapacitních výpočtu jsem vytvořil výpočetní systém v programu MS Excel, kterým zjistím tyto hodnoty.

4.1 Vstupní parametry

Vstupní část výpočetního systému se skládá z 5 vstupů, které jsou tvořeny tabulkami. V této části si zadávám potřebné hodnoty, podle kterých zjistím počet údržbových zásahů za plánovací období, zpravidla jeden rok a potřebný počet zaměstnanců dle profesí, které při údržbě vykonávají. Všechny tabulky jsem označil jako Vstup.

Vstup 1:

Údržbové zásahy podle kilometrického proběhu [tis. km]					
Řada HKV	O	M	V	Vy	H
110, 111	2	18	150	450	800
180, 181	2,5	20	150	450	800
371, 372	5	20	180	600	1200
163, 363	5	20	180	550	2200
702, 703	0,5	5	75		150
742, 743	1	10	160	300	600
751, 752	1	16	160	320	680

Obr. 7: Údržbové zásahy podle kilometrického proběhu [2]

V tabulce na obrázku Obr. 7 jsou znázorněny kilometrické proběhy mezi jednotlivými údržbovými zásahy. Hodnoty jsou uvedeny v tisících kilometrech.

kde:

- O provozní ošetření
- M malá prohlídka

- V velká prohlídka
 Vy vyvazovací oprava
 H hlavní oprava

Do této tabulky jsem uvedl mnou zvolené typy HKV a kilometrické proběhy podle předpisu ČD V25. Tabulka je nastavena tak, aby si mohl uživatel zvolit vlastní typ HKV a vlastní kilometrické proběhy podle potřeby.

Dalším vstupem je Vstup 2, kde si zvolím řady HKV, počet vozidel, průměrný roční kilometrický proběh a zadávám také koeficient pracnosti údržby po poruše, který je v intervalu $<0,35;0,45>$.

Vstup 2:

Stanovení ročního kilometrického proběhu a typ údržbového zásahu						
Počet	Řada HKV		L_R [km]	O	M	V
3	110, 111	▼	500000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	180, 181	▼	780000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	751, 752	▼	666000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	742, 743	▼	400000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	702, 703	▼	500000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obr. 8: Stanovení ročního kilometrického proběhu a typ údržbového zásahu

kde:

- L_R průměrný roční kilometrický proběh 1 vozidla
 k_N koeficient pracnosti údržby po poruše [1]

V tabulce na obrázku Obr. 8 si nejdříve zvolím pomocí pole se seznamem řady HKV, které navazuje na Vstupu 1. Dále uvedu počet vozidel, která náleží dané řadě. Stanovím si průměrný roční kilometrický proběh jednoho vozidla, například ze záznamu z předešlého období. Pomocí zaškrtačacího políčka uvedu, který typ údržbového zásahu budu chtít zjistit. A nakonec na základě posuvníku zvolím koeficient pracnosti údržby po poruše.

Vstup 3 se skládá z tabulky, která je rozdělena na dvě části. V první části si zadávám parametry pro nařízenou údržbu. Uvedu činnost, která se bude provádět. Jako příklad jsem

zvolil defektoskopii a technickou prohlídku. Uvedu počet těchto činností a zadám pracnost pro jeden zásah této činnosti. V druhé části si zadávám parametry pro objednané práce.


Postupuji stejně, jako v první části této tabulky. Jako příklad jsem zvolil malou prohlídku HKV Vlečku. Vstup 3 je zobrazen v tabulce na obrázku Obr. 9.

Vstup 3:

Nařízená údržba $N_{\bar{u}}$ [Nhod]		
Počet	Činnost	Pracnost
10	Defektoskopie	20
10	Technická prohlídka	40
Objednané práce O_P [Nhod]		
20	Malá prohlídka HKV Vlečka	140

Obr. 9: Tabulka pracností pro nařízenou údržbu a objednané práce

Dalším vstupem je vstup 4, kde si volím časový fond zaměstnanců. Tabulka reprezentující časové fondy je znázorněna na obrázku Obr. 10.

Časové fondy	
Týdenní pracovní doba	40 hod 
Koeficient absence k_A	1,25
Počet sobot a nedělí v roce	104
Placené svátky v roce	11
Nominální časový fond [den/rok]	250
Efektivní časový fond [hod/rok]	2000

Obr. 10: Parametry pro zjištění časového fondu zaměstnanců [5]

V prvním řádku si pomocí pole se seznamem zvolím délku týdenní pracovní doby. Jsou uvedeny tři možnosti týdenní pracovní doby. Pro jednosměnný pracovní režim jde o 40 hod/týden, pro dvousměnný pracovní režim jde o 38,75 hod/týden a pro třisměnný a nepřetržitý režim jde o 37,5 hod/týden. Ve druhém řádku si určím koeficient absence. V dalších dvou řádcích uvedu na základě plánovacího kalendáře pro daný rok počet sobot a nedělí a placené svátky v roce. Do tabulky jsem vypsál hodnoty pro rok 2017, které jsem zjistil v již zmíněném plánovacím kalendáři. V posledních dvou řádcích jsou hodnoty, které nezadávám, ale které se vypočítávají. Vzorce pro výpočet těchto hodnot jsou uvedeny v kapitole 3.3. Na základě mnou zvolených hodnot jsem tedy zjistil, že počet pracovních dnů pro rok 2017 je 250. Z toho vyplývá, že při týdenní pracovní době 40 hodin odpracuje zaměstnanec 2000 hodin za rok.

Poslední vstup je Vstup 5. V prostředí MS Excel je zobrazen odkazovacím tlačítkem na jiný list, kde si volím pracovní pro preventivní údržbu. Na obrázku Obr. 11 je znázorněna tabulka pro uvedení pracovní pro preventivní údržbu.

Vstup 5: Pracnosti

110, 111				[Nhod]
Malá prohlídka				
Platová třída	Z	E	P	Celkem
4			17,7	17,7
5	12,1	10,8		22,9
6	19	13,4		32,4
7	17	4		21
8	2,4	1,4		3,8
Celkem	50,5	29,6	17,7	97,8
Velká prohlídka				
Platová třída	Z	E	P	Celkem
4			56,6	56,6
5	46,7	27,5		74,2
6	112,9	36,4		149,3
7	52,9	6,1		59
8	19	10,9		29,9
Celkem	231,5	80,9	56,6	369

Obr. 11: Tabulka pro určení pracovní [7]

kde:

- Z zámečnické práce
- E elektromechanické práce
- P pomocné práce

Do tabulky si volím počet hodin, které pracovníci odpracují. Počet hodin určuji dle jednotlivých profesí a dále jsou tyto profese rozděleny do platových tříd. Tabulka je rozdělena na dvě části, kde v první části je pracnost údržby pro malou prohlídku a v druhé části je pracnost údržby pro velkou prohlídku. Hodnoty uvedeny v červeném rámečku představují celkový počet hodin, které jsou potřebné na jednu malou nebo velkou prohlídku dané řady HKV.

4.2 Výstupní hodnoty

Na základě parametrů, které jsem volil ve vstupní části výpočetního systému, získávám tedy výstupní hodnoty, které jsou uvedeny v několika tabulkách. Jde o počty údržbových zásahů za plánovací období, celkové pracnosti a nakonec počet zaměstnanců k provádění údržby.

První výstupní hodnotou je počet údržbových zásahů za plánovací období. Tabulka s výslednými hodnotami je zobrazena na obrázku Obr. 12.

Počet údržbových zásahů za 1 rok			
Řada HKV	O	M	V
110, 111	667	74	7
180, 181	-	68	7
751, 752	-	150	9
742, 743	720	75	3
702, 703	-	-	-

Obr. 12: Počet údržbových zásahů

Počty údržbových zásahů jsou uvedeny pro každou řadu HKV zvlášť tak, jak jsem si zvolil v tabulce na obrázku Obr. 8. V případě, že se v nějakém políčku nachází pomlčka, tak je to způsobeno tím, že jsem si nezaškrtl příslušný typ údržbového zásahu. Pokud bych tedy

chtěl zjistit pro řadu HKV 741, 752 počet provozních ošetření, musím se vrátit do tabulky Vstup 2 a zaškrtnou pole provozní ošetření. Jak je z tabulky patrné, tak za plánovací období dojde například u řady HKV 110, 111 k 667 provozních ošetření, 74 malým prohlídkám a 7 velkým prohlídkám.

Druhou výstupní hodnotou je celková pracnost pro preventivní údržbu. Skládá se z pracnosti pro malou a velkou prohlídku. Pracnost pro provozní ošetření jsem nepočítal, protože provozní ošetření si v mnoha případech provádějí sami strojvedoucí. Tabulka celkové pracnosti pro preventivní údržbu je znázorněna na obrázku Obr. 13.

Celková pracnost preventivní údržby [Nhod]				Podrobnosti
Řada HKV	M	V	PP	
110, 111	7237	2583	3437	
180, 181	9173	3219	4337	
751, 752	17550	4039	7556	
742, 743	9248	1304	3693	
702, 703	-	-	-	

Obr. 13: Celková pracnost preventivní údržby

Celková pracnost pro preventivní údržbu se skládá z pracnosti preventivní údržby a pracnosti neplánované údržby (po poruše). V této tabulce jsou uvedeny pouze celkové pracnosti pro danou řadu HKV, rozděleny na malé a velké prohlídky. V případě, že chci zjistit, jakou pracnost má daná profese, musím stisknout odkazovací tlačítko Podrobnosti a dostanu se na jiný list s detailním rozpisem. Tyto tabulky jsou uvedeny na obrázcích Obr. 14 a Obr. 15.

Pracnost pro preventivní údržbu [Nhod]						
Řada HKV	M			V		
	Z	E	P	Z	E	P
110, 111	3737	2190	1310	1621	566	396
180, 181	4576	2992	1605	2008	717	494
751, 752	8325	6285	2940	2552	930	558
742, 743	4740	3060	1448	856	252	196
702, 703	-	-	-	-	-	-
Celkem	21378	14527	7302	7037	2465	1644

Obr. 14: Pracnost preventivní údržby dle profesí

V této tabulce je detailní rozpis pracností pro preventivní údržbu. Můžu vidět, kolik hodin práce za rok je potřeba na každou profesi pro danou řadu HKV. Stejně tak je to uvedeno v následujícím obrázku, kde je pracnost rozepsána pracnost pro neplánovanou údržbu (po poruše).

Pracnost údržby po poruše [Nhod]						
Řada HKV	M			V		
	Z	E	P	Z	E	P
110, 111	1308	767	458	567	198	139
180, 181	1602	1047	562	703	251	173
751, 752	2914	2200	1029	893	325	195
742, 743	1659	1071	507	300	88	69
702, 703	-	-	-	-	-	-
Celkem	7482	5085	2556	2463	863	575

Obr. 15: Pracnost údržby po poruše

Třetí výstupní hodnotou je celková pracnost nařízené údržby a objednaných prací za plánovací období. Výsledné hodnoty vychází ze Vstupu 3. Tabulka těchto pracností je zobrazena na obrázku Obr. 16.

Pracnost $N_{\dot{U}}$ a O_P [Nhod]	
$N_{\dot{U}}$	O_P
600	2800

Obr. 16: Pracnost nařízené údržby a objednaných prací

Čtvrtou výstupní hodnotou je potřebný počet zaměstnanců, který potřebuji pro nařízenou údržbu a objednané práce. Tabulka je znázorněna na obrázku Obr. 17.

Počet zaměstnanců pro $N_{\dot{U}}$ a O_P		
Počet	$N_{\dot{U}}$	O_P
	0,4	1,8
	2,1	

Obr. 17: Potřebný počet zaměstnanců pro $N_{\dot{U}}$ a O_P

V této tabulce vidím, kolik budu potřebovat pracovníků za plánovací období pro nařízenou údržbu, jako je například defektoskopie nebo technická prohlídka a objednané práce od

jiných dopravců. Vidím tedy, že potřebuji 2 pracovníky, abych stihl za plánovací období vykonat tyto práce.

Pátou výstupní hodnotou je potřebný počet zaměstnanců, který potřebuji pro preventivní údržbu. Tabulky pro počet zaměstnanců jsou uvedeny na následujících obrázcích.

Počet zaměstnanců pro preventivní údržbu							
Řada HKV	M			V			PP
	Z	E	P	Z	E	P	
110, 111	2,3	1,4	0,8	1,0	0,4	0,2	2,1
180, 181	2,9	1,9	1,0	1,3	0,4	0,3	2,7
751, 752	5,2	3,9	1,8	1,6	0,6	0,3	4,7
742, 743	3,0	1,9	0,9	0,5	0,2	0,1	2,3
702, 703	-	-	-	-	-	-	-
Celkem	13,4	9,1	4,6	4,4	1,5	1,0	11,9

Obr. 18: Potřebný počet zaměstnanců pro preventivní údržbu

Podle této tabulky zjistím, kolik budu potřebovat celkem pracovníků na preventivní údržbu pro danou řadu HKV. Vidím tedy, že v mém případě potřebuji 46 pracovníků, abych zvládl vykonat údržbu mých vozidel za plánovací období. Pro lepší přehlednost je na následujícím obrázku uvedena tabulka s počty zaměstnanců dle jednotlivých profesí.

Z	E	P
17,8	10,6	5,6

Obr. 19: Počet zaměstnanců dle profesí

Můžu tedy říct, že pro preventivní údržbu budu potřebovat 18 zámečníků, 10 elektromechaniků a 5 pomocníků. V případě, že hodnota někde mezi, tak záleží na mě, jestli přijmu dalšího pracovníka na plný úvazek, částečný úvazek nebo nepřijmu nikoho dalšího.

Poslední výstupní hodnotou je počet všech pracovníků, které budu potřebovat pro preventivní údržbu, nařízenou údržbu a objednané práce.

Celkový počet zaměstnanců	48,0
----------------------------------	-------------

Obr. 20: Celkový počet zaměstnanců

5 Validace výpočtového systému

V této části provedu validaci výpočtového systému, abych zjistil, jestli navržený výpočtový systém v programu MS Excel funguje správně. Postupovat budu tak, že si vyberu tři HKV řady 742 a 743, udělám manuální výpočty a nakonec porovnáím výsledné hodnoty s výsledky ve výpočtovém systému.

5.1 Výpočet počtu údržbových zásahů

Nejdříve vypočítám počet údržbových zásahů mezi dvěma hlavními prohlídkami. Při dosazování hodnot do výpočtových vzorců vycházím z tabulky na obrázku Obr. 7.

$$N_H = \frac{L_H}{L_H} = \frac{600}{600} = 1$$

$$N_{Vy} = \frac{L_H}{L_{Vy}} - N_H = \frac{600}{300} - 1 = 1$$

$$N_V = \frac{L_H}{L_V} - (N_H + N_{Vy}) = \frac{600}{160} - (1 + 1) = 1,8$$

$$N_M = \frac{L_H}{L_M} - (N_H + N_{Vy} + N_V) = \frac{600}{10} - (1 + 1 + 1,8) = 56,3$$

$$N_O = \frac{L_M}{L_O} - 1 = \frac{10}{1} - 1 = 9$$

Abych zjistil celkový počet údržbových zásahů mezi dvěma hlavními prohlídkami, tak musím sečíst jednotlivé složky, ale bez počtu provozních ošetření. Hodnoty dosadím do vzorce 3.8.

$$N_C = 1 + 1 + 1,8 + 56,3$$

$$N_C = 60,1$$

Dále vypočítám součinitele cykličnosti v závislosti na kilometrickém proběhu.

$$\beta_H = \frac{N_H}{N_C} = \frac{1}{60,1} = \mathbf{0,017}$$

$$\beta_{vy} = \frac{N_{vy}}{N_C} = \frac{1}{60,1} = \mathbf{0,017}$$

$$\beta_V = \frac{N_V}{N_C} = \frac{1,8}{60,1} = \mathbf{0,03}$$

$$\beta_M = \frac{N_M}{N_C} = \frac{56,3}{60,1} = \mathbf{0,937}$$

$$\gamma_O = \frac{N_O}{N_O + 1} \cdot \frac{9}{10} = \mathbf{0,9}$$

Po zjištění počtu údržbových zásahů mezi dvěma hlavními prohlídkami a součinitelů cykličnosti vypočítám roční počet údržbových zásahů. Průměrný roční kilometrický proběh volím 500 000 km. Jelikož počítám se třemi vozidly, tak celkový roční kilometrický proběh je 1 500 000. Dále se zabývám pouze provozním ošetřením, malými a velkými prohlídkami.

$$N_{VR} = \frac{L_R}{L_M} \cdot \beta_V = \frac{1\,500\,000}{10\,000} \cdot 0,03 = \mathbf{4,5}$$

$$N_{MR} = \frac{L_R}{L_M} \cdot \beta_M = \frac{1\,500\,000}{10\,000} \cdot 0,937 = \mathbf{140,6}$$

$$N_{OR} = \frac{L_R}{L_O} \cdot \gamma_O = \frac{1\,500\,000}{1\,000} \cdot 0,9 = \mathbf{1350}$$

Roční počet údržbových zásahů		
	Excel	Výpočty
V	5	4,5
M	141	140,6
O	1350	1350

Obr. 21: Srovnávací tabulka

Na základě srovnávací tabulky na obrázku Obr. 21 vidím, že vypočítané hodnoty jsou téměř totožné. Jelikož jsem v programu MS Excel využil funkci ROUNDUP, tak se hodnoty s desetinnými čísly zaokrouhlily na vyšší číslo. Proto můžu říci, že roční počet údržbových zásahů počítá výpočetní systém správně.

5.2 Výpočet počtu zaměstnanců k provádění údržby

Nyní provedu ověřovací výpočet pro počet zaměstnanců k provádění údržby vozidel. Nejdříve si stanovím pracnost pro preventivní údržbu, údržbu po poruše, nařízenou údržbu a pracnost pro objednané práce. Potom zvolím hodnoty pro výpočet časových fondů zaměstnanců a nakonec provedu výpočet pro počet zaměstnanců.

5.2.1 Určení pracnosti a časových fondů

Nejdříve určím pracnost pro preventivní údržbu. Tyto pracnosti jsem volil podle Sborníku jednotných rozsahu prací, pracovních postupů a sdružených norem výkonů pro periodické prohlídky a opravy. Pro HKV řady 742 a 743 jsou dány tyto pracnosti [7]:

742, 743				[Nhod]
Malá prohlídka				
Platová třída	Z	E	P	Celkem
4			19,3	19,3
5	14,1	14,7		28,8
6	27,1	18,7		45,8
7	19	5,4		24,4
8	3	2		5
Celkem	63,2	40,8	19,3	123,3
Velká prohlídka				
Platová třída	Z	E	P	Celkem
4			65,4	65,4
5	49,6	28		77,6
6	144	38,2		182,2
7	70,2	6,7		76,9
8	21,6	11		32,6
Celkem	285,4	83,9	65,4	434,7

Obr. 22: Pracnosti pro preventivní údržbu [7]

V tabulce na obrázku Obr. 22 jsou uvedeny pracnosti pro jednu malou a jednu velkou prohlídku, proto musím vypočítat pracnost všech prohlídek, které budou prováděny během celého roku. Vycházím z vzorce:

$$P_{PR_M} = 123,3 \cdot 141 = \mathbf{17\ 385\ Nhod}$$

$$P_{PR_V} = 434,7 \cdot 5 = \mathbf{2\ 174\ Nhod}$$

Po zjištění pracnosti pro preventivní údržbu můžu vypočítat pracnost pro neplánovanou údržbu (po poruše). Koeficient pracnosti údržby po poruše volím stejně jako ve výpočtovém systému $k_N = 0,35$. Výpočet provádím podle vzorce 3.21.

$$P_{NÚ_M} = 17\ 385 \cdot 0,35 = \mathbf{6085\ Nhod}$$

$$P_{NÚ_V} = 1956 \cdot 0,35 = \mathbf{761\ Nhod}$$

$$P_{NÚ_C} = 6\ 085 + 761 = \mathbf{6\ 846\ Nhod}$$

Nakonec tedy můžu stanovit celkovou pracnost preventivní údržby. Vycházím ze vzorce 3.20, ale zanedbávám pracnost nařízené údržby, protože tu vypočítám zvlášť.

$$P_{C_M} = 17\ 385 + 6\ 085 = \mathbf{23\ 470\ Nhod}$$

$$P_{C_V} = 2\ 174 + 761 = \mathbf{2\ 935\ Nhod}$$

Pracnost preventivní údržby [Nhod]		
	Excel	Výpočty
V	17 385	17 385
M	2174	2 174
PP	6846	6846

Obr. 23: Srovnávací tabulka 2

Jak můžu vidět v tabulce na obrázku Obr. 23, tak pracnost preventivní údržby je výpočtovým systémem počítána správně. Po zaokrouhlení jsou hodnoty pro oba případy totožné.

Nyní potřebuji zjistit pracnost nařízené údržby a objednaných prací. Pracnost a počet těchto údržbových zásahů volím dle tabulky na obrázku Obr. 9. Výpočty jsou následující:

$$P_{\text{Nar}\ddot{u}i} = \sum \text{počet zásahů} \cdot \text{pracnost jednoho zásahů} \quad [\text{Nhod}] \quad (5.1)$$

$$P_{\text{Nar}\ddot{u}} = 10 \cdot 20 + 10 \cdot 40 = \mathbf{600 \text{ Nhod}}$$

$$P_{\text{Op}} = \sum \text{počet zásahů} \cdot \text{pracnost jednoho zásahů} \quad [\text{Nhod}] \quad (5.2)$$

$$P_{\text{Op}} = 20 \cdot 140 = \mathbf{2\,800 \text{ Nhod}}$$

Pracnost $N_{\ddot{u}}$ A O_P [Nhod]		
	Excel	Výpočty
$N_{\ddot{u}}$	600	600
O_P	2 800	2 800

Obr. 24: Srovnávací tabulka 3

Vidím, že hodnoty pro nařízenou údržbu a objednané práce jsou stejné, můžu tedy přejít k výpočtu časového fondu zaměstnanců.

Dále si zvolím potřebné parametry k zjištění časových fondů zaměstnanců. Týdenní pracovní dobu volím 40 hod, koeficient absence $k_A = 1,25$. Dle plánovacího kalendáře pro rok 2017 volím 104 sobot a nedělí a 11 placených svátků. Na základě vzorců 3.1 a 3.2 vypočítám nominální a efektivní časový fond.

Časové fondy	
Týdenní pracovní doba	40 hod <input type="button" value="▼"/>
Koeficient absence k_A	1,25
Počet sobot a nedělí v roce	104
Placené svátky v roce	11
Nominální časový fond [den/rok]	250
Efektivní časový fond [hod/rok]	2000

Obr. 25: Parametry pro výpočet časových fondů

$$F_N = 365 - 104 - 11 = \mathbf{250 \text{ dnů}}$$

$$F_Z = 250 \cdot 8 = \mathbf{2\,000 \text{ hod}}$$

Při výpočtu efektivního časového fondu jsem vycházel z toho, že po přepočtu bude délka jedné směny 8 hodin. V případě 12 hodinové směny se postupuje dle kapitoly 3.3.1. Na základě výpočtů vidím, že časový fond jednoho zaměstnance pro rok 2017 je 2 000 hod.

5.2.2 Výpočet počtu zaměstnanců

Všechny parametry pro výpočet počtu zaměstnanců k provádění údržby jsem již zjistil a můžu tedy přejít k výpočtu. Při výpočtech vycházím ze vzorců 3.22 a 3.23.

Počet zaměstnanců pro malé a velké prohlídky

$$N_{Z_M} = \frac{17\,385}{2\,000} \cdot 1,25 = \mathbf{10,9}$$

$$N_{Z_V} = \frac{2\,174}{2\,000} \cdot 1,25 = \mathbf{1,4}$$

$$N_{Z_{PP}} = \frac{6\,846}{2\,000} \cdot 1,25 = \mathbf{4,3}$$

$$N_Z = 10,9 + 1,4 + 4,3 = \mathbf{16,6}$$

Počet zaměstnanců pro nařízenou údržbu a objednané práce

$$N_{Z_{NÚ}} = \frac{600}{2\,000} \cdot 1,25 = \mathbf{0,38}$$

$$N_{Z_{NÚ}} = \frac{2\,800}{2\,000} \cdot 1,25 = \mathbf{1,75}$$

$$N_Z = 0,38 + 1,75 = \mathbf{2,1}$$

$$N_{CZ} = 16,6 + 2,1 = \mathbf{18,7}$$

Zjistil jsem tedy, že celkem budu potřebovat buď 19 zaměstnanců na plný úvazek, nebo 18 zaměstnanců na plný úvazek a jednoho zaměstnance na částečný úvazek, takže záleží na mně, jak se rozhodnu.

Celkový počet zaměstnanců	18,6
----------------------------------	-------------

Obr. 26: Hodnota ve výpočtovém systému

Při porovnání s hodnotou ve výpočtovém systému, která je uvedena na obrázku Obr. 26 vidím, že hodnoty jsou téměř stejné, a proto můžu říct, že výpočtový systém v programu MS Excel funguje správně.

Abych zjistil, kolik pracovníků dle jednotlivých profesí budu potřebovat, tak provedu ještě jeden kontrolní výpočet. Nejdříve vypočítám pracnost jednotlivých profesí. Vycházím z obrázků Obr. 21 a Obr. 22.

$$P_{zámečníci} = 63,2 \cdot 141 + 285,4 \cdot 5 = \mathbf{10\,338,2\,Nhod}$$

$$P_{elektromechanici} = 40,8 \cdot 141 + 83,9 \cdot 5 = \mathbf{6\,172,3\,Nhod}$$

$$P_{pomocníci} = 19,3 \cdot 141 + 65,4 \cdot 5 = \mathbf{3\,048,3\,Nhod}$$

Po vypočítání pracností pro jednotlivé profese můžu vypočítat počet zaměstnanců.

$$N_{zámečníci} = \frac{10\,338,2}{2000} \cdot 1,25 = \mathbf{8,46}$$

$$N_{elektromechanici} = \frac{6\,172,3}{2000} \cdot 1,25 = \mathbf{3,86}$$

$$N_{pomocníci} = \frac{3\,048,3}{2000} \cdot 1,25 = \mathbf{1,9}$$

Z	E	P
6,5	3,9	1,9

Obr. 27: Počet zaměstnanců podle profesí

Na základě tabulky na obrázku Obr. 27 a ověřovacích výpočtu jsem došel k závěru, že potřebný počet zaměstnanců k provádění údržby je v obou případech stejný.

Provedl jsem ověřovací výpočty pro počet údržbových zásahů a pro potřebný počet zaměstnanců k provádění údržby. V jednotlivých krocích jsem uvedl srovnávací tabulky, podle kterých můžu říci, že výpočetní systém pracuje správně.

6 Realizace popisu použití pro uživatele

V této části se nachází popis výpočtového systému, který obsahuje postup, jak zadávat jednotlivé parametry, abych zjistil požadované hodnoty.

Vstup 1

Vstup 1:

Údržbové zásahy podle kilometrického proběhu [tis. km]					
Řada HKV	O	M	V	V _y	H
110, 111	2	18	150	450	800
180, 181	2,5	20	150	450	800
371, 372	5	20	180	600	1200
163, 363	5	20	180	550	2200
702, 703	0,5	5	75		150
742, 743	1	10	160	300	600
751, 752	1	16	160	320	680

Obr. 28: Údržbové zásahy podle kilometrického proběhu [2]

Do tabulky na obrázku Obr. 28 se zadává kilometrický proběh do jednotlivých údržbových zásahů a řada HKV. Tabulka není uzamčena, takže lze měnit jednotlivé hodnoty a označení řady vozidel. V případě, že nebude vyvazovací oprava, tak pole zůstane prázdné, stejně jak je to uvedeno u vozidel 702 a 703. V případě, že budu chtít zjistit počty zásahů a zaměstnanců pouze pro 3 řady HKV, tak můžu smazat celý řádek. Na této tabulce je založen celý výpočet.

Vstup 2

Vstup 2:

Stanovení ročního kilometrického proběhu a typ údržbového zásahu						
Počet	Řada HKV	L _R [km]	O	M	V	k _N
3	110, 111	▼ 500000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,35
2	180, 181	▼ 780000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,35
4	751, 752	▼ 666000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,35
2	742, 743	▼ 400000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,35
1	702, 703	▼ 500000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,35

Obr. 29: Stanovení ročního kilometrického proběhu a typ údržbového zásahu

Tabulka na obrázku Obr. 29 představuje základ pro stanovení ročního počtu údržbových zásahů. Ve sloupci Řada HKV si pomocí pole se seznamem vyberu řadu HKV, pro kterou chci zjistit roční počet údržbových zásahů a pracnost. Ve sloupci Počet zadávám počet vozidel dané řady. Dále zadám průměrný roční kilometrický proběh pro jedno vozidlo. V následujících třech sloupcích si zaškrtnu typ údržbového zásahu, který chci zjistit. V posledním sloupci si pomocí posuvníku volím koeficient pracnosti údržby po poruše. Hodnota se nachází v intervalu (0,35;0,45).

Vstup 3

Vstup 3:

Nařízená údržba $N_{\dot{U}}$ [Nhod]		
Počet	Činnost	Pracnost
10	Defektoskopie	20
10	Technická prohlídka	40
Objednané práce O_P [Nhod]		
20	Malá prohlídka HKV Vlečka	140

Obr. 30: Pracnost nařízené údržby a objednaných prací

Tabulka na obrázku Obr. 30 slouží k určení pracnosti jednotlivých činností, které se neprovádí v rámci preventivní prohlídky. Jde o činnosti, které si objedná jiný dopravce nebo o činnosti, které nařídí zaměstnavatel. Počet zaměstnanců na tyto práce se stanovuje zvlášť. Do této tabulky nejdříve zadávám činnost, která se bude vykonávat. Potom zvolím počet těchto činností, které se budou provádět během celého roku. Nakonec zadám pracnost pro jeden údržbový zásah a pro každou činnost.

Vstup 4

Vstup 4:

Časové fondy	
Týdenní pracovní doba	40 hod
Koeficient absence k_A	1,25
Počet sobot a nedělí v roce	104
Placené svátky v roce	11
Nominální časový fond [den/rok]	250
Efektivní časový fond [hod/rok]	2000

Obr. 31: Parametry pro určení časového fondu zaměstnanců

Tabulka na obrázku Obr. 31 je určená k zadávání parametrů pro stanovení časového fondu zaměstnanců. V prvním řádku si vyberu týdenní pracovní dobu. Na výběr jsou tři možnosti. Pro jednosměnný provoz se určí 40 hodinová pracovní doba, pro dvousměnný provoz 38,75 hodinová směna a pro třisměnný a nepřetržitý provoz 37,5 hodinová směna. V druhém řádku volím koeficient absence, který reprezentuje dovolené, nemocenské nebo překážky v práci. V dalších dvou řádcích se stanovuje počet sobot a nedělí a placené svátky v roce. Tyto hodnoty se zjišťují z plánovacího kalendáře pro daný rok. Poslední dva řádky se neurčují, ale ty se vypočítávají a slouží pouze pro přehled. Nominální časový fond představuje počet pracovních dnů v roce a efektivní časový fond představuje počet hodin, které zaměstnanec odpracuje v rámci jednoho roku, ale tato hodnota není očištěná o nemocenské, dovolené atd., protože tyto parametry jsou uvedeny v koeficientu absence.

Vstup 5

Vstup 5: Pracnosti

Obr. 32: Odkazovací tlačítko pro stanovení pracnosti preventivní údržby

Pomocí odkazovacího tlačítka na obrázku Obr. 32 se dostávám k tabulkám, do kterých zadávám pracnost malých a velkých prohlídek. Jedna z těchto tabulek je zobrazena na následujícím obrázku.

110, 111				[hod]
Malá prohlídka				
Platová třída	Z	E	P	Celkem
4			17,7	17,7
5	12,1	10,8		22,9
6	19	13,4		32,4
7	17	4		21
8	2,4	1,4		3,8
Celkem	50,5	29,6	17,7	97,8
Velká prohlídka				
Platová třída	Z	E	P	Celkem
4			56,6	56,6
5	46,7	27,5		74,2
6	112,9	36,4		149,3
7	52,9	6,1		59
8	19	10,9		29,9
Celkem	231,5	80,9	56,6	369

Obr. 33: Tabulka pro určení pracnosti [7]

Tato tabulka je rozdělena na dvě části, kde se zadávají pracnosti pro malé a velké prohlídky. Pracnosti se určují na základě platových říd a dle jednotlivých profesí. V tomto případě se jedná o zámečnické, elektromechanické a pomocné práce. Po zadání jednotlivých pracností vidím, že v posledním řádku je počet hodin, které zaměstnanci odpracují v rámci jedné prohlídky dle profese. Celkový počet hodin, který je potřeba na jednu malou a jednu velkou prohlídku pro danou řadu HKV můžu vidět v rámečcích, které jsou zvýrazněny červenou barvou. Pracnosti můžu volit podle odpracovaných hodin z předešlého období nebo na základě tabulek.

7 Provozně technické hodnocení

Výpočtový systém pro kapacitní výpočty údržby vozidel jsem vytvořil v programu MS Excel. Tento program je velice známý, takže používání výpočtového systému by mělo být o to jednodušší. Systém je přehledný a je rozdělen na dvě části – vstupní a výstupní část. Skládá se z tabulek, které jsou řádně označeny, a v případě potřeby se ve spodní části nachází seznam zkratk. V systému se také nachází odkazovací pole, která umožňují přepnout na jiné listy, kde se nachází tabulky sloužící k zadávání dalších vstupních parametrů. Odkazovací pole pro další tabulky jsem použil, aby nedošlo k nepřehlednosti celého systému. Při tvorbě jsem také využíval několik funkcí, které například zabraňují výskytu chybných hlášení.

Pro ověření správné funkce výpočtového systému jsem provedl ověřovací výpočty, pomocí kterých jsem došel k závěru, že výpočtový systém funguje správně.

Výhodou výpočtového systému je, že pro zjištění počtu údržbových zásahů a počtu zaměstnanců se nemusí nic počítat, ale stačí zadat pouze vstupní parametry a hned je možné zjistit požadované výsledky. Dále je tento systém přehledný, jelikož je vše řádně označeno a jednoduchý na použití, protože jsem vytvořil i popis použití pro uživatele.

Nevýhodou výpočtového systému je, že při stanovení počtu zaměstnanců počítám pouze s jednou týdenní pracovní dobou pro všechny zaměstnance. Jelikož v praxi zaměstnanci pracují v různých pracovních režimech, tak je zapotřebí vložit vstupní parametry vícekrát a určit jiný týdenní pracovní režim.

8 Závěr

V této práci jsem se zabýval výpočtovým systémem pro kapacitní výpočty údržby vozidel. Zaměřil jsem se na výpočty pro počet údržbových zásahů a počet zaměstnanců k provádění údržby vozidel. Výpočtový systém jsem vytvořil v programu MS Excel a následně jsem provedl ověřovací výpočty a sepsal popis použití pro uživatele.

V teoretické části jsem se nejdříve zabýval charakteristikou údržbových systémů drážních vozidel a udržovací soustavou ŽKV, kde jsem vycházel především z předpisu ČD V 25, a kde jsem zmínil jednotlivé typy údržbových zásahů. Dále jsem se zaměřil na normování práce a časové fondy zaměstnanců, které jsou potřebné pro výpočet počtu zaměstnanců. Nakonec jsem uvedl vzorce pro výpočet počtu údržbových zásahů a počet zaměstnanců k provádění údržby vozidel.

V praktické části jsem vytvořil výpočtový systém v programu MS Excel, pomocí kterého zjistím požadovaný počet údržbových zásahů za plánovací období a potřebný počet zaměstnanců k provádění preventivních prohlídek. Po vytvoření výpočtového systému jsem provedl ověřovací výpočty, abych zjistil, jestli je výpočtový systém spolehlivý, a jestli funguje správně. Zjistil jsem, že výsledky jsou totožné a proto můžu říci, že výpočtový systém pracuje správně. Nakonec jsem vytvořil popis použití pro uživatele neboli manuál, abych usnadnil práci v tomto systému.

9 Seznam zdrojů a použité literatury

- [1] FAMFULÍK, Jan. *Teorie údržby*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. ISBN 80-248-1029-8.
- [2] Předpis ČD: V 25 – Předpis pro organizaci údržby elektrických a motorových hnacích vozidel, osobních, vložených, přípojných a řídicích vozů.
- [3] MÍKOVÁ, J., P. DRESLER, V. HRANOŠ, P. ŠKAPA a J. ŠMIRAUS. *Provoz a údržba vozidel pozemní dopravy* [online]. Ostrava, 2013 [cit. 2017-04-08]. ISBN 978-80-248-3267-8. Dostupné z: https://issuu.com/michdor/docs/m12_text
- [4] LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. Lidské zdroje. ISBN 8073570955.
- [5] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení: cvičení II*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. ISBN 80-248-0962-1.
- [6] ŠKAPA, Petr. *Provoz dep I*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2004. ISBN 80-248-0540-5.
- [7] *SBORNÍK: Jednotných rozsahů prací, pracovních postupů a sdružených norem výkonů pro periodické prohlídky a opravy MM a MV motorových lokomotiv*. 1985.
- [8] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce*.

Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Schéma vzniku a předpoklad zavádění systémů údržby	10
Obr. 2: Údržbový systém po poruše	12
Obr. 3: Údržbový systém po prohlídce	12
Obr. 4: Údržbový systém se zaručenou bezporuchovostí	13
Obr. 5: Délka týdenní pracovní doby	24
Obr. 6: Obecné schéma plánované údržby podle kilometrického proběhu	25
Obr. 7: Údržbové zásahy podle kilometrického proběhu	30
Obr. 8: Stanovení ročního kilometrického proběhu a typ údržbového zásahu	31
Obr. 9: Tabulka pracností pro nařízenou údržbu a objednané práce	32
Obr. 10: Parametry pro zjištění časového fondu zaměstnanců	32
Obr. 11: Tabulka pro určení pracností	33
Obr. 12: Počet údržbových zásahů	34
Obr. 13: Celková pracnost preventivní údržby	35
Obr. 14: Pracnost preventivní údržby dle profesí	35
Obr. 15: Pracnost údržby po poruše	36
Obr. 16: Pracnost nařízené údržby a objednaných prací	36
Obr. 17: Potřebný počet zaměstnanců pro $N_{\dot{U}}$ a O_P	36
Obr. 18: Potřebný počet zaměstnanců pro preventivní údržbu	37
Obr. 19: Počet zaměstnanců dle profesí	37
Obr. 20: Celkový počet zaměstnanců	37
Obr. 21: Srovnávací tabulka	39
Obr. 22: Pracnosti pro preventivní údržbu	40
Obr. 23: Srovnávací tabulka 2	41
Obr. 24: Srovnávací tabulka 3	42
Obr. 25: Parametry pro výpočet časových fondů	42
Obr. 26: Hodnota ve výpočtovém systému	44
Obr. 27: Počet zaměstnanců podle profesí	45
Obr. 28: Údržbové zásahy podle kilometrického proběhu	46
Obr. 29: Stanovení ročního kilometrického proběhu a typ údržbového zásahu	46
Obr. 30: Pracnost nařízené údržby a objednaných prací	47
Obr. 31: Parametry pro určení časového fondu zaměstnanců	48
Obr. 32: Odkazovací tlačítko pro stanovení pracnosti preventivní údržby	48

Obr. 33: Tabulka pro určení pracnosti	49
Tabulka 1: Označení a pojmenování prohlídek a oprav	14
Tabulka 2: Náplň bezpečnostní prohlídky vybraných částí	15

Seznam příloh na CD

- [1] Normy kilometrických proběhů pro přístavbu ŽKV do provozního ošetření, periodických prohlídek a periodických oprav
- [2] Výpočetní systém v programu MS Excel